



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: 195 47 320.5
㉑ Anmeldetag: 19. 12. 95
㉒ Offenlegungstag: 26. 6. 97

㉓ Int. Cl.⁶:
C 05 F 17/00
C 05 F 17/02
C 05 F 9/04
C 05 F 9/02
// C12P 5/02, C10L
3/00

DE 195 47 320 A 1

㉔ Anmelder:
Jekat, Herbert, Prof. Dr.-Ing., 83246 Unterwössen,
DE

㉕ Erfinder:
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

㉖ Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung von ammoniakfreiem und sterilem Vollwertdünger aus biologischen Reststoffen

㉗ Mit diesem Verfahren und dieser Vorrichtung wird aus beliebigen, auch kontaminierten, biologischen Reststoffen ammoniakfreier und steriler Vollwertdünger erzeugt. Die biologischen Reststoffe (Abfälle) werden mit ammoniakfreier Rücklaufflüssigkeit auf die optimale Konzentration verdünnt und dabei gleichzeitig von leichten und schweren Fremdstoffen befreit.

Danach werden die organischen Bestandteile über eine Folge von speziellen Reaktoren mit enger Verweilzeit und immobilisierten Bakterien weitgehend abgebaut. Erst dann wird die gesamte, anaerob ausgegorene Lösung so gekocht, daß der Ammoniak mit dem Dampf abgestrippt wird, und der gesamte Durchlauf keimfrei ist. Der abgetrennte Ammoniak wird in einer nachfolgenden Stufe biologisch aerob nitrifiziert, so daß der Stickstoff beim Ausbringen des Vollwertdüngers auf Wiesen und Feldern nicht als Ammoniak an die Luft abgegeben werden kann. Mit diesem sterilen Vollwertdünger, bei dem der Nitratgehalt eingestellt werden kann, kann umweltschonend immer dann gedüngt werden, wenn die Pflanzen die Nährstoffe benötigen. Somit kann auch der Nitratreintrag in das Grundwasser reduziert werden.

DE 195 47 320 A 1

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren und eine Vorrichtung, die aus flüssigen und festen biologischen Abfällen hochwertigen, ammoniakfreien und sterilen Dünger produziert, der auch mit herkömmlichen, landwirtschaftlichen Ausbringungstechniken keine Ammoniakemissionen erzeugt, da der Stickstoff als Nitrat oder als Ammoniumsulfat gebunden ist. Da die Ammoniakverluste bei der Ausbringung von Gülle und beim Kompostieren von biologischen Abfällen mit zum Waldsterben beitragen, wird mit dem Programm "Gülle 2000" mit hohem Aufwand versucht, diese Verluste zu reduzieren. Sehr viel sicherer und wirtschaftlicher ist es, die Gülle vollständig vergoren und den Stickstoff als Nitrat oder als Ammoniumsulfat dann auszubringen, wenn die Pflanzen den höchsten Bedarf an Stickstoff und Phosphor haben. Es ist Stand der Technik, biologische Abfälle oder biologische Reststoffe anaerob zu hydrolisieren und dann mit der sauren Gärung und mit der Methangärung zu mineralisieren, um Biogas zu erzeugen. Die dann neben dem Biogas aus diesen Biogasanlagen austretenden Endprodukte sind sehr pflanzenverträglich und können auch während der Vegetationsperioden auf den Feldern und Weiden ausgebracht werden, wenn dieser Dünger steril ist und deshalb eine denkbare Übertragung von Seuchen verhindert wird. Nachteilig ist, daß der Stickstoff z. T. als Ammonium und z. T. als Ammoniak vorhanden ist und beim Ausbringen auf den Feldern zu einem erheblichen Teil an die umgebende Luft abgegeben wird. In durchmischten ein- oder zweistufigen Durchlaufreaktoren ist eine enge Verweilzeitverteilung der in den Reaktor eintretenden biologischen Abfälle durch die starke Rückvermischung nicht möglich. Nicht ausreichend abgetötete Krankheitserreger können in den Auslauf und damit auf die Felder und in das Futter gelangen. Aus diesem Grund müssen die fein zerkleinerten Einsatzstoffe vor dem Eintritt in den Fermenter sterilisiert werden. Zum Beispiel bei 70°C eine halbe Stunde lang. Außerdem sind für diese Verfahren große Reaktionsvolumen nötig. Der Stickstoffgehalt auch der vergorenen Gülle, die im Herbst ausgebracht wird, wird als Nitrat in das Grundwasser gespült.

Der vorliegenden Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, das diese Nachteile des Standes der Technik nicht aufweist und das ohne großen technischen Aufwand ermöglicht, sterilen, ammoniakarmen Dünger zu erzeugen. Außerdem sollte mit der vorliegenden Erfindung der Stickstoffgehalt und der Phosphorgehalt des Düngers eingestellt werden können, so daß im Spätherbst ausgegorene Gülle ohne Stickstoff und Phosphat ausgebracht werden kann. Mit der so behandelten Gülle kann im Herbst der Vorratsraum für die 6 Monate im Winter außerhalb der Vegetationsperioden freigemacht werden, ohne daß das Grundwasser mit Nitrat verunreinigt wird. Außerdem sollte die Einbringung des biologischen Abfalls in die Vergärungsanlage ohne Geruchsemissionen so geschehen, daß das Material aus geschlossenen Tankwagen über Rohre und Schleusen in die gasdichte Abfallverwertungsanlage rutscht und die Abtrennung der leichten und schweren Fremdstoffe in der geschlossenen Beschickungs- und Aufbereitungsgrube durchgeführt werden kann. Eine menschenunwürdige Tätigkeit beim Aussortieren der Fremdstoffe aus den stinkenden, biologischen Abfällen außerhalb der Reaktoren sollte vermieden werden. Ein aerober Abbau der restlichen

organischen Feststoffanteile in der ausgegorenen Flüssigkeit sollte in einer Stufe der Anlage in der Flüssigkeit durchführbar sein, um eine Nachkompostierung der restlichen organischen Feststoffe, die eine teure Abtrennung und eine Kompostieranlage mit allen Nachteilen von Kompostieranlagen verlangt, zu vermeiden.

Die Aufgabe wurde gelöst durch ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Gewinnung von ammoniakfreiem, sterilem, biologischem Vollwertdünger und angereichertem Biogas aus biologischen Reststoffen (Bioabfall), das dadurch gekennzeichnet ist, daß man in einer aus gasdichten Flachtanks bestehenden Anlage, Fig. 1 in der die Tanks konzentrisch angeordnet sind und mit speichenförmig angeordneten Wänden unterteilt sind. Diese konzentrischen Wände sind in den unterirdischen Flachtanks aus gasdichtem Stahlbeton, die speichenförmigen Querwände aus Stahlbeton, Holz sowie Recyclingwerkstoffen (auch Kunststoffe) hergestellt. Ein besonderer Vorteil ist, daß der zylindrische Innenraum 18 die notwendigen Wärmetauscher, Pumpen, Meßgeräte, Schaltventile, Filter, Pulsatoren usw. mit einem Minimum an Rohrleitungen aufnimmt. Isoliert wird diese äußerst kompakte Anlage außen mit einem Gemisch aus zerkleinerten Styroporabfällen und Zement. Der Deckel, der in der Erde liegenden zylindrischen Anlage, dient als Wendehammer für die Transportfahrzeuge. Diese Anordnung erweist sich als äußerst günstig, da sie nicht durch oberirdische, große Bauwerke die Landschaft verschandelt.

Die Kammern in dieser Grube werden von dem Materialstrom so durchlaufen, daß eine Rückvermischung des sterilen, ausgegorenen Vollwertdüngers (alle Spurenelemente bleiben erhalten) mit den eingesetzten biologischen Reststoffen (auch biologischen Abfällen) nicht möglich ist.

Fig. 2 zeigt den bevorzugten Verfahrensfluß des erfindungsgemäßen Verfahrens. Überraschenderweise wurde gefunden, daß man mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der für die Durchführung dienenden Vorrichtung neben dem konzentrierten Biogas einen sehr homogenen, flüssigen, ammoniakfreien, biologischen und sterilen Vollwertdünger erzeugen kann, bei dem je nach Ausbringungsbedingungen der Humusbildner-, der Stickstoff- und der Phosphorgehalt vorher eingestellt werden kann. Gemäß der vorliegenden Erfindung Fig. 2 werden die biologischen Reststoffe (Abfälle) über eine Schleuse 20 aus dem Transporttankwagen so in eine Anmischgrube 1 geschüttet, daß das frische Material geruchsfrei über eine Rührwerkstrombe 21 in die vorgelegte, stickstoffarme Rücklaufflüssigkeit eingezogen und intensiv vermischt wird. Die Strömung in der Anmischgrube 1 wird so geführt, daß schwimmende Fremdstoffe sowie schwere Fremdstoffe mit einer Fördereinrichtung abgetrennt werden können. Der Aufgabegrubeninhalt, bestehend aus mit stickstoffarmen Rücklaufflüssigkeit gemischten biologischen Abfällen mit ca. Gew. 10–12% Trockensubstanz, wird mit einer Pumpe über einen Schneid- und Quetschzerkleinerer 22 in den Vorlagebehälter 2 gepumpt. In dem Vorlagebehälter 2 wird das Material gleichmäßig und für mehrere beschickungsfreie Tage gepuffert.

Fig. 3 Das Aufgabematerial wird mit der stickstoffarmen Rücklaufflüssigkeit so vermischt, daß es mit nahezu konstantem Trockensubstanzgehalt aus dem Vorlagebehälter 2 in den Bioreaktor 3 dosiert gefördert werden kann.

Da Vermischung, Abtrennung von Fremdstoffen, Zerkleinerung, Pufferung und Dosierung in geschlosse-

nen Behältern, die unter leichtem Unterdruck stehen, stattfindet, wird verhindert, daß Geruchsbelästigungen beim Beschicken der Anlage und beim Abtrennen von Fremdstoffen entstehen und der Bioreaktor ungleichmäßig beschickt wird. Die abgetrennten Fremdstoffe werden nach schweren 24 und nach leichten Fraktionen 23 getrennt, gewaschen und gesammelt und mindestens eine Stunde lang auf 70°C erhitzt und dann erst keimfrei zur Weiterbehandlung geführt, z. B. zur Deponie oder zur Verbrennung. Die Kunststoffe und das Eisen werden vorzugsweise recycelt. Die Maischegrube 1 wird vorzugsweise als Ringgrube oder längliche Grube mit einem Verhältnis Länge zu Breite größer als 2 : 1 angeordnet, in der die zu mischenden Bestandteile, Bioabfälle und ammoniakfreie Rücklaufflüssigkeit durch einen Mischpropeller im Kreis geführt werden. Dabei haben die schwimmenden Teilchen, z. B. Holz, Kunststoffe und Hohlkörper, die Möglichkeit, langsam aufzuschwimmen und können so aus der Strömung mit einem Rechenkorb 25 abgefangen und dann mit einem reversierbaren Kratzförderer 26 ausgetragen werden. Fig. 3 Mischpropeller, Abscheider und Zerkleinerer arbeiten immer im optimalen Abstand von der Flüssigkeitsoberfläche der Maischegrube.

Die Fermentergrube besteht aus 7 Kammern. Der im Vorlagebehälter 2 gepufferte, zerkleinerte, von den leichten und schweren Fremdstoffen befreite, intensiv mit ammoniakfreiem Rücklaufwasser auf ca. 10–12% Trockensubstanz verdünnte und innig vermischte Bioabfall wird dort z. T. hydrolysiert. Das entstehende Abgas verläßt diese Grube über einen Biofilter. Am Ende des Biofilters 27 wird mit einem Ventilator 28 ein Unterdruck erzeugt, so daß keine Abgase über Undichtigkeiten der Grube an die Umgebung abgegeben werden können. Damit bleibt diese Anlage geruchsfrei. Die angesaugte Leckluft wird für den aeroben Abbau des Schwefelwasserstoffes benötigt. Das in der Grube 2 vorbereitete Gemisch wird über einen Häcksler, über ein Quetschwerk mit einer Verdrängerpumpe 29 in die Kammer 3 dosiert gefördert. Bevor das Gemisch in den Reaktor 3 eintritt, wird es durch den kondensierenden Dampf aus der Stufe 9 über den Wärmetauscher 53 auf ca. 35 bis 37°C aufgeheizt. In der Stufe 3 und in der Stufe 4 sind Feststoffe mit etwas geringerer Dichte als das Flüssigkeitsgemisch suspendiert, wie z. B. Gasbeton-, Blähton-, Kunststoffhartschaum- und Holzstückchen, die 5 bis 10 mm Durchmesser haben. Der Inhalt der Behälter Stufen 3 und 4 sowie des Vorlagebehälters 2 wird über ein Düsensystem mit Pumpe periodisch umgerührt. Das Reaktionsgemisch wird von der Stufe 3 in die Stufe 4 über ein Sieb 30 gefördert. Dieses Sieb 30 wird mit der Düse des Rührsystems periodisch freigespült. Über dieses Sieb 30 können nur Teilchen in die Stufe 4 gelangen, die kleiner als 5 mm sind. Die suspendierten Feststoffe erzeugen ein System von immobilisierten Mikroorganismen z. B. Bakterien und bleiben im Reaktor. Auch im Behälter Stufe 4 sind Holz-, Gasbeton- oder Kunststoffhartschaumstückchen suspendiert und werden periodisch mit Düsensystemen umgerührt. Der Austritt des Materials von Behälter Stufe 4 zu Behälter Stufe 5 erfolgt auch über ein Sieb 31. Dieser Siebkorb hat eine Maschenweite kleiner 2 mm, so daß in die Stufe 5 nur Flüssigkeit mit Feststoffteilchen kleiner 2 mm gelangen kann. Größere Teilchen, die nicht hydrolysiert sind sowie die immobilisierten Mikroorganismen z. B. Bakterien, bleiben im Reaktor zurück. Schwimmstoffe oder Feststoffe wie z. B. Sand können periodisch ausgetragen und in die Grube 1 zurückgeführt wer-

den. In die Grube Stufe 5 läuft also ein Material über, das nur noch Feinstteilchen unter 2 mm equivalentem Durchmesser enthält und die weitgehend hydrolysiert und z. T. sauer vergoren sind. Durch Zugabe von z. B. Kalk kann der pH-Wert in den Gruben Stufe 3 und 4 eingestellt werden, damit eine Methanisierung beginnen kann. Die Gruben Stufe 5 bis 8 sind mit schwimmenden Füllkörpern 33, vorzugsweise Holz-, Gasbeton-, Blähton- oder Kunststoffhartschaumstückchen von 10 bis 15 mm, max. 20 mm gefällt. Dieses Material schwimmt auf und bildet die Füllkörperoberfläche für den immobilisierten Bakterienrasen. Die Lösung, verflüssigtes biologisches Material durchläuft die Grube Stufe 5 von oben nach unten, Grube Stufe 6 von unten nach oben, läuft über ein Sieb 34 in die Grube Stufe 7 über, durchläuft diese von oben nach unten und Grube Stufe 8 von unten nach oben und läuft dann über ein Sieb 35 und Überlauf über einen Gegenstromwärmetauscher 36 in den Koch- und Strippbehälter Stufe 9. Die Wände zwischen den Kammern Stufe 3 bis 8 können z. B. durch recyceltes Kunststoffmaterial erzeugt werden. Die Behälter Stufe 5 und 6 sowie Stufe 7 und 8 sind unten hydraulisch kommunizierend zusammengefaßt und werden mit einem Pulsator pulsiert, um den Stoffaustausch zu verbessern. Ein Kolben in einem Zylinder schiebt periodisch eine größere Menge sehr schnell zwischen den hydraulisch verbundenen Behältern der Stufen 5 und 6 und den hydraulisch verbundenen Behältern der Stufen 7 und 8 hin und her. Die Kolbenabdichtung trennt die Volumen, die Flüssigkeiten zwischen den Behältern, so daß eine Rückvermischung nicht möglich ist. Das entstehende Biogas wird oberhalb der Flüssigkeitsstände von der Grube Stufe 3 am oberen Rand der Grube von 3 nach 4, von 4 nach 5, von 5 nach 6, von 6 nach 7, von 7 nach 8 geführt und wird dann über einen Biofilter 40 und eine Flammenrückschlagsicherungsschicht 41 dem Motor 42 zugeführt. Ab Grube Stufe 5 wird dem Biogas eine dosierte Menge Luft zugeführt, damit der entstehende Schwefelwasserstoff biologisch, aerob zu elementarem Schwefel oxydiert werden kann. Die aus dem Fermenter 8 in den Strippbehälter Stufe 9 überlaufende ausgegorene Flüssigkeit wird im Gegenstrom mit der ablaufenden, entgasten Flüssigkeit auf ca. 80°C erhitzt und im Koch- und Strippbehälter Stufe 9 mit der Wärme des Abgases des Motors 42 auf Siedetemperatur gebracht. Ein Teil der Abwärme der Motorabgase erzeugt Dampfblasen, die den Ammoniak und andere Gase aus der Flüssigkeit herausstrippen. Der Dampf aus dem Behälter Stufe 9 reißt den Ammoniak mit, kondensiert in dem Wärmetauscher 53 hinter der Pumpe 29 vor der Grube Stufe 3 und läuft als ammoniakhaltiges Kondensat in den Begasungsejektor 45 der Grube Stufe 11. Die Verweilzeit der Flüssigkeit in der Stufe 9 bei 100°C ist größer als eine Stunde. An dem gezeigten Beispiel 4 Stunden. Die aus dem Behälter Stufe 9 austretende, entgaste und ammoniakfreie Lösung läuft in den Behälter Stufe 10. In dem oberen Teil der Grube Stufe 10 ist ein Lamelleneindicker 46 angeordnet. Der eingedickte Inhalt der Grube Stufe 10 wird über eine Pumpe 47, einen Wärmetauscher 48 im Kreis über einen mit Luft durchströmten Füllkörperteil 49 geführt. Im Wärmetauscher 48 wird ein Teil der Überschußwärme, die z. B. im Sommer nicht benötigt wird, durch den Kühlturmeffekt verbraucht. Oberhalb des Füllkörpers ist ein Biofilter 50 angeordnet und ein Kamin 51, in den eventuell ein Ventilator, der den Zug unterstützen kann, angeordnet ist. Die über die Füllkörper rieselnde Kreislaufflüssigkeit wird durch die Kammwirkung intensiv belüftet und ein aerober Abbau

der restlichen organischen Bestandteile kann ablaufen. Der Klarlauf aus dem Lamelleneindicker der Grube Stufe 10 läuft in ein Puffergefäß 17 über. Über einen geeigneten, in der Überlaufhöhe einstellbaren Überlauf 52 läuft die eingedickte Flüssigkeit in einen Behälter 14 über.

Das Kondensat mit dem gelösten Ammoniak wird über einen Ejektor 45 mit Luft intensiv vermischt und in den Behälter Stufe 11 hineingesaugt, in dem leicht schwimmendes Material, vorzugsweise Holz-, Gasbeton-, Kunststoffhartschaum- und Blähtonstückchen als Suspension bewegt werden. Auf diesen Teilchen können die für die Nitrifikation notwendigen Bakterien immobilisiert werden. Gleichzeitig läßt sich der pH-Wert optimal einstellen. Das Abgas aus der Nitrifikation im Behälter Stufe 11 wird zusammen mit dem Biogas aus den Fermentern der Stufen 3 bis 8 über ein Biofilter geführt und im Diesel verbrannt. Das fertige, nitrifizierte Nitratwasser läuft in eine Nitratwassergrube 12 über, die hm und wieder belüftet wird, damit keine Denitrifikation stattfinden kann. Das ammoniakhaltige Kondensat kann auch alternativ mit Abfallgips, z. B. aus den REA, und dem Kohlendioxyd der Motorabgase innig gemischt werden, so daß der Ammoniak im Kondensat zu Ammoniumsulfat und Kalziumkarbonat umgesetzt wird. Die restlichen Feststoffe aus der Grube 14 können über eine Filterpresse abgeschieden werden und dosiert einer Flüssigkeit zugeführt werden oder auch deponiert werden. Mit dieser Einrichtung lassen sich stickstofffreies Rücklaufwasser, phosphathaltiger, humusbildender Schlamm, Nitratwasser, Ammoniumsulfatwasser mit suspendiertem Kalziumkarbonat und entgastes Filtrat getrennt lagern und nach Analyse der Inhaltsstoffe je nach Bedarf in einen Mischbehälter zusammengemischt und mit einem Tankwagen zu den entsprechenden Feldern und Wiesen transportiert werden. Der stickstoffarme Klarlauf aus dem Behälter 10 wird im Behälter 17 gespeichert und dann zum Einmischen der frischen Bioabfälle im Aufgabebehälter 1 hergenommen. Mit diesem Verfahren und dieser Vorrichtung läßt sich also ein keimfreier Flüssigdünger produzieren, bei dem je nach Anwendung der Phosphatgehalt, der Stickstoffgehalt und der Anteil der Humusbildner eingestellt werden kann. Sollte der Stickstoff nicht benötigt werden, kann das Nitratwasser dem noch sauren Fermenter Stufe 3 zugeführt werden und dort denitrifiziert werden. Das Nitrat kann aber auch in der Vorlagegrube 2 unter sauren anaeroben Bedingungen zu Luftstickstoff denitrifiziert werden. Der entstandene Flüssigdünger ist inert und sehr pflanzenverträglich und kann gerade in den Hauptvegetationsperioden mit einfachen Ausbringungstechniken ausgebracht werden, ohne daß die Pflanzen und das Wurzelwerk geschädigt werden. Ammoniakverluste entstehen nicht mehr, da das Ammoniak gezielt als pflanzenverträgliches Nitrat oder Ammoniumsulfat in der Flüssigkeit enthalten ist.

Beispiel

In einer Anlage zum Abbau von biologischem Abfall können in einer Grube, die im Normalfall für die Gülleaufbewahrung eines Rinderbetriebes mit 100 GVE vorgesehen werden muß, können ca. 0,44 t/h Bioabfall mit ca. 60% Wasser oder 40 kg pro Stunde reines Fett verarbeitet werden. Dabei entstehen ca. 66 Normkubikmeter pro Stunde Biogas mit ca. 60 bis 70% Methangehalt. Daraus kann über einen Verbrennungsmotor und Generator elektrischer Strom produziert werden, wobei ca.

95–100 kW in das Netz eingespeist werden können. Die Abgaswärme des Verbrennungsmotors wird dazu genutzt, um einen Teil des Volumenstromes von 80°C auf 100° zu bringen und maximal 70 kg/h Wasser einzudampfen, so daß bei diesem Strippeffekt der Ammoniak aus der Flüssigkeit ausgetrieben wird. Gleichzeitig wird diese Flüssigkeit bis zu 4 Stunden bei 100°C gehalten, so daß dieses Material absolut keimfrei ist. Durch den angeordneten Belüftungsturm wird ein beachtlicher Teil des Wasserüberschusses eingedampft und der aerobe Abbau der organischen Reststoffe durchgeführt. Bei dieser Anlage können ca. 150 kg pro Stunde Wasser über den Kühlturmeffekt abgeschieden werden, wenn die Überschuwärme aus dem Verbrennungsmotor nicht anderswo sinnvoll genutzt werden kann. Ein besonderer Vorteil ist, daß mit einem Teil der Motorabwärme die abgeschiedenen Fremdstoffe ca. 15 kg/h Trockensubstanz mindestens eine Stunde auf 70°C gehalten werden, um sie keimfrei zu machen. Der Nitratgehalt in den maximal 70 kg/h entstehenden Nitratwasser hängt vom Stickstoffgehalt des Aufgabematerials ab. Ein hoher Fettanteil im Aufgabematerial verringert die entstehende Ammoniakmenge. In dem gesamten, pumppfähigen ca. 150 kg/h Flüssigdünger werden außer den suspendierten Humusbildnern maximal 60 kg/h anorganische Trockensubstanz (Stickstoff-, Phosphorverbindungen, usw.) für die Düngung zur Verfügung stehen.

Patentansprüche

1. Verfahren und Vorrichtungen zur Erzeugung von keimfreiem und ammoniakfreiem Flüssigdünger aus biologischen Rest- und Abfallstoffen **dadurch gekennzeichnet**, daß das vorher in einem 8stufigen Fermenter ausgegorene, flüssige, biologische Material in der Stufe (9) mindestens 1 Stunde lang auf Siedetemperatur erhitzt und zum Teil so verdampft wird, daß die Dampfblasen den Ammoniak und andere leichtsiedende Inhaltsstoffe aus der siedenden Flüssigkeit austragen.
2. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit der Kondensationswärme des Dampfgemisches aus Stufe (9), das vorwiegend aus Ammoniak und Wasser besteht, das in die Stufe (3) hineindosierte, biologische Material auf 35°C bis 37°C aufgeheizt wird.
3. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das ammoniakhaltige Kondensat aus der Stufe (9) im Behälter der Stufe (11) innig mit Luft und den suspendierten Teilchen auf denen die zur Nitrifikation des Ammoniaks notwendigen Bakterien immobilisiert sind, gemischt wird, und für die Vermischung vorzugsweise ein Ejektor verwendet wird, dessen Luft und Kondensat ansaugender Treibstrahl mit einer Pumpe erzeugt wird, die den Inhalt der Stufe (11) umwälzt, wobei als suspendierte Teilchen vorzugsweise gerade noch in der Flüssigkeit schwimmende Materialien wie vorzugsweise nasses Holz, Gasbeton, Blähton oder Kunststoffhartschaum mit großer spezifischer Oberfläche verwendet werden, und das Nitratwasser über ein Rückhaltesieb in die Grube (12) überläuft.
4. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das ammoniakhaltige Kondensat aus der Stufe (9) in der Stufe (11) innig mit Gips aus z. B. Rauchgasentschwefelungsanlagen und dein Kohlendioxyd aus der Stufe (2)

oder dem Motorabgas gemischt wird und dabei zu Ammoniumsulfat und Kalziumkarbonat umgesetzt wird.

5. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die vergorene und ammoniakfreie ca. 100°C heiße Material aus der Stufe (9) im Gegenstromwärmetauscher mit dem Zulauf auf ca. 55°C abgekühlt wird und in die aerobe Behandlungsstufe (10) überläuft, dort mit einem Lamelleneindicker leicht eingedickt wird und mit einer Pumpe im Kreislauf über einen Wärmetauscher, mit dem Überschußwärme aus dem Motorkühlkreislauf abgeführt wird sowie über eine luftdurchströmte Füllkörpersäule umgewälzt wird, wobei durch die berieselten, mit einem Bakterienrasen bewachsenen Füllkörper der Füllkörpersäule, die auch als Kühlturm wirkt, die Luft für den aeroben Abbau eingetragen wird, und der Klarlauf des Eindickers der Stufe (10) in den Rückführungspuffer (17), das eingedickte und aerob nachbehandelte Material in die Grube (14) überläuft.

6. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß der biologische Abfall in dem Aufgabebehälter (1) über eine Rührwerkstrombe in die vorgelegte ammoniakfreie, entgaste Rücklaufflüssigkeit eingezogen und eingemischt wird und in der Beruhigungszone des Aufgabebehälters (1) die Strömung so geführt wird, daß sich eine Schichtung des eingemischten Materials nach der Dichte ergibt, wobei Kunststoffteile, Holz, Hohlkörper auf der Oberfläche schwimmen, Steine, Sand und Metalle auf den Grund des Aufgabebehälters sinken, das suspendierte biologische Material über eine Pumpe und einen Häcksler abgesaugt und auf Teilchen kleiner 5 mm zerkleinert und in die Vorlagegrube (2), die mehrere Tage Beschickungspause puffert, gefördert wird. Bevor der nächste Transporter seine biologischen Abfälle in die Grube entleert, wird das Volumen an ammoniakfreiem, entgastem Rücklaufwassers so vorgelegt, daß eine Einstellung des Gemisches auf ca. 10–12% Trockensubstanz ergibt. Mit dieser Rücklaufflüssigkeit werden die zurückgebliebenen leichten und schweren Fremdstoffe vermischt und gewaschen und dann getrennt nach schweren und leichten Materialien mit einem Kratzförderer in die Sammelkontainer gefördert, die in einem isolierten, auf ca. 70–80°C beheizten Raum stehen.

7. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß das zerkleinerte und fremdstofffreie, biologische Material aus dem puffernden und vergleichmäßigenden Vorlagebehälter (2) mit einer Pumpe über den, mit kondensierendem Dampf aus der Stufe (9) beheizten Wärmetauscher (53) auf die Fermentationstemperatur vorgewärmt und in die Stufe (3) des Fermenters dosiert wird und dann die in Serie geschalteten 6 Kammern des Fermenters Stufe (3) bis (8) über Siebe und Überläufe von Stufe zu Stufe so durchläuft, daß das biologische Material mit sehr enger Verweilzeit nahezu vollständig vergoren ist.

8. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7, gekennzeichnet, daß das in der Stufe (3) und in der Stufe (4) des Fermenters Feststoffe mit etwas geringerer Dichte als das Flüssigkeitsgemisch suspendiert sind, wie z. B. Gasbeton-, Blähton-, Kunststoffhartschaum- und Holzstückchen, die 5–10 min äquivalenten Durchmesser haben,

und die Inhalte der Stufen (3) und (4) mit einem Düsensystem und mit einer Kreislaufpumpe periodisch umgerührt werden, wobei das Reaktionsgemisch von der Stufe (3) in die Stufe (4) über ein Sieb gefördert wird, und dieses Sieb mit der Düse des Rührsystems periodisch freigespült wird, dabei können über dieses Sieb nur Teilchen in die Stufe (4) gelangen, die kleiner als 5 mm sind, die größeren suspendierten Feststoffe erzeugen ein System von immobilisierten Zellen und bleiben im Reaktor zurück, auch im Behälter der Stufe (4) sind z. B. Holz-, Gasbeton-, Kunststoff- oder Harzschaumstückchen suspendiert und werden auch dort periodisch mit einem Düsensystem im Kreislauf umgerührt, der Austritt des Materials vom Behälter Stufe (4) zum Behälter Stufe (5) erfolgt über ein Sieb. Dieser Siebkorb hat eine Maschenweite kleiner 2 mm, so daß in die Stufe (5) nur Flüssigkeit mit Feststoffteilchen kleiner 2 mm gelangen kann. Schwimmstoffe und schwere Feststoffe in den Stufe (3) und (4), wie z. B. Sand, werden periodisch ausgetragen und in die Grube (1) zurückgeführt.

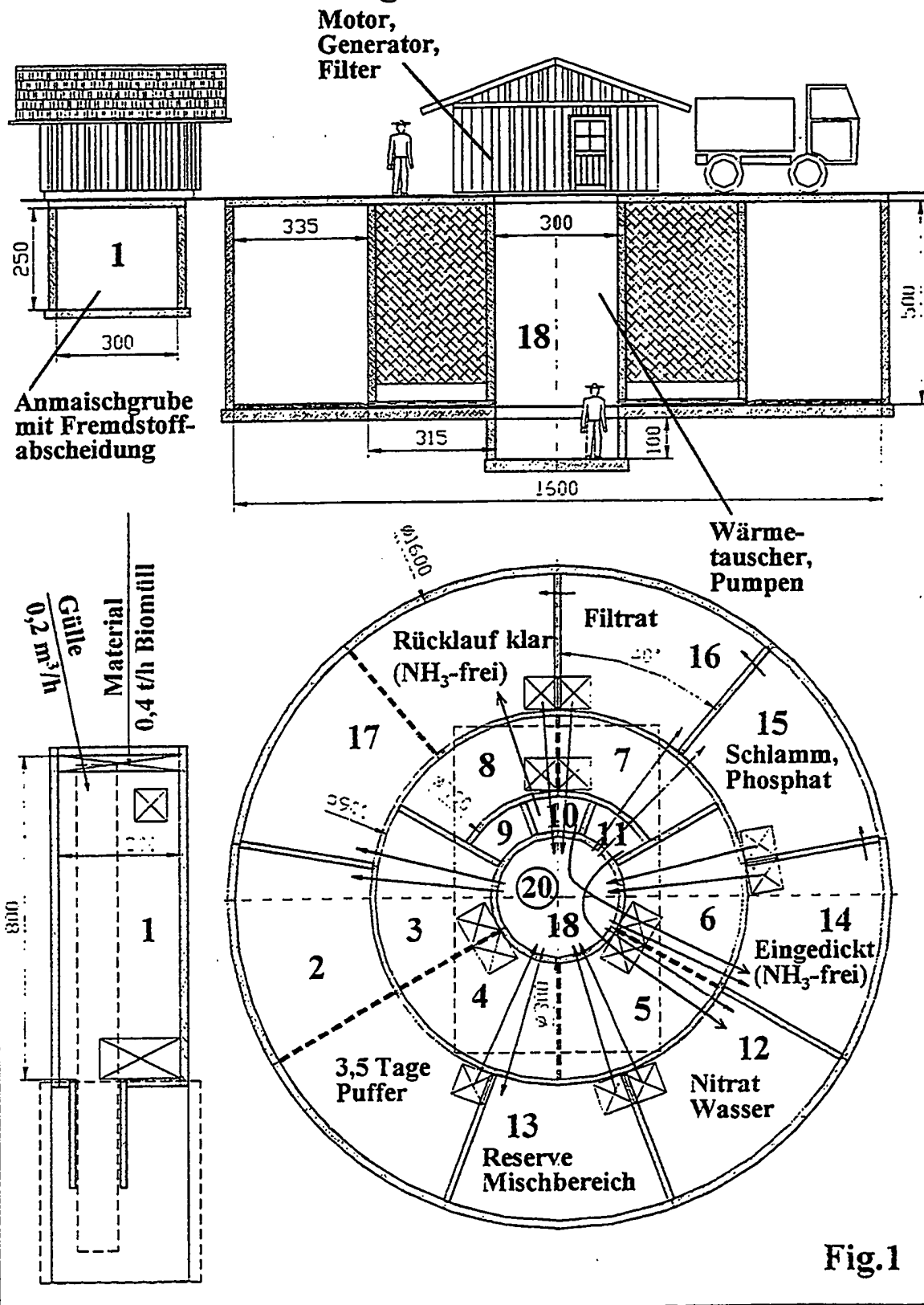
9. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Stufen (5) bis (8) des Fermenters mit schwimmenden Füllkörpern vorzugsweise aus Holz-, Gasbeton-, Blähton- oder Kunststoffhartschaumstückchen von 10 bis 15 mm, maximal 20 mm gefüllt sind. Dieses Material schwimmt auf und bildet die Füllkörperoberfläche für den immobilisierten Bakterienrasen.

10. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Behälter der Stufe (5) und (6) sowie die Behälter der Stufe (7) und (8) unten hydraulisch kommunizierend zusammengefaßt sind und zwischen diesen beiden kommunizierenden Behältergruppen ein Zylinder hydraulisch verbunden angeordnet ist, in dem mit einem abgedichteten Kolben ein großes Flüssigkeitsvolumen periodisch zwischen den beiden Behältergruppen hin- und hergeschoben wird, wobei die Überläufe zwischen dem Behälter Stufe (6) und Stufe (7) sowie Stufe (8) und Stufe (9) dem mit der Kolbenbewegung schwankenden Flüssigkeitsstand folgen.

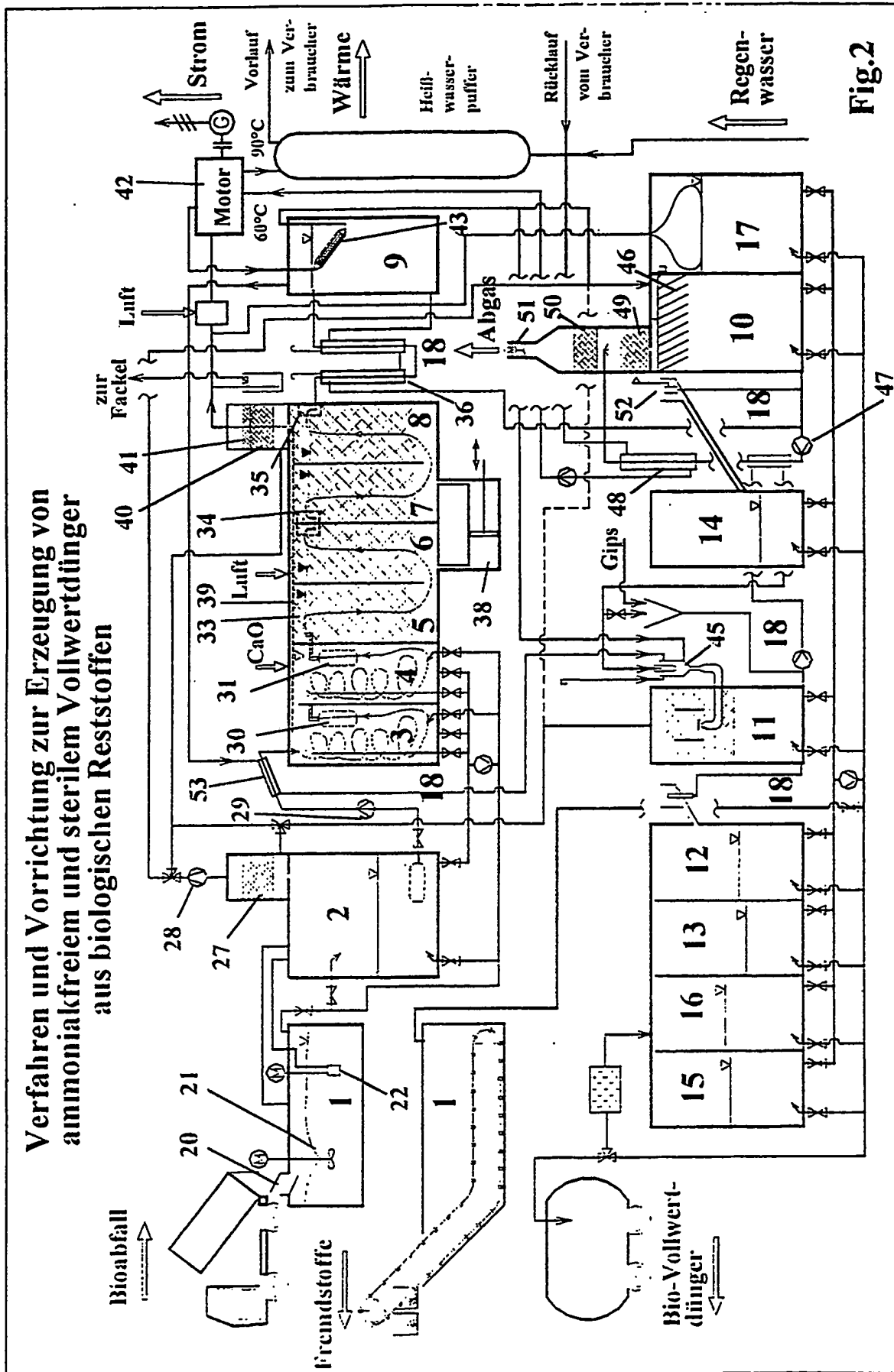
11. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß alle Verfahrensstufen, Misch- und Vorratsbehälter in einem aus mindestens 3 konzentrischen, gas- und flüssigkeitsdichten sowie gasdichten Ringwänden bestehenden zylindrischen Behälter mit Flachboden und befahrbaren Flachdeckel angeordnet sind und die Unterteilungen zwischen den Ringwänden durch speichenförmig angeordnete Wände aus Beton, Holz oder recyceltem Kunststoffe bestehen und im inneren Zylinder (18) alle mit den einzelnen Kammern über kurze Rohrleitungen verbundene Ventile, Meßstellen, Wärmetauscher, Pulsatoren und Pumpen leicht zugänglich angeordnet sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung von ammoniakfreiem und sterilem Vollwertdünger aus biologischen Reststoffen



Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung von ammoniakfreiem und sterilem Vollwertdünger aus biologischen Reststoffen



Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung von ammoniakfreiem und sterilem Vollwertdünger aus biologischen Reststoffen

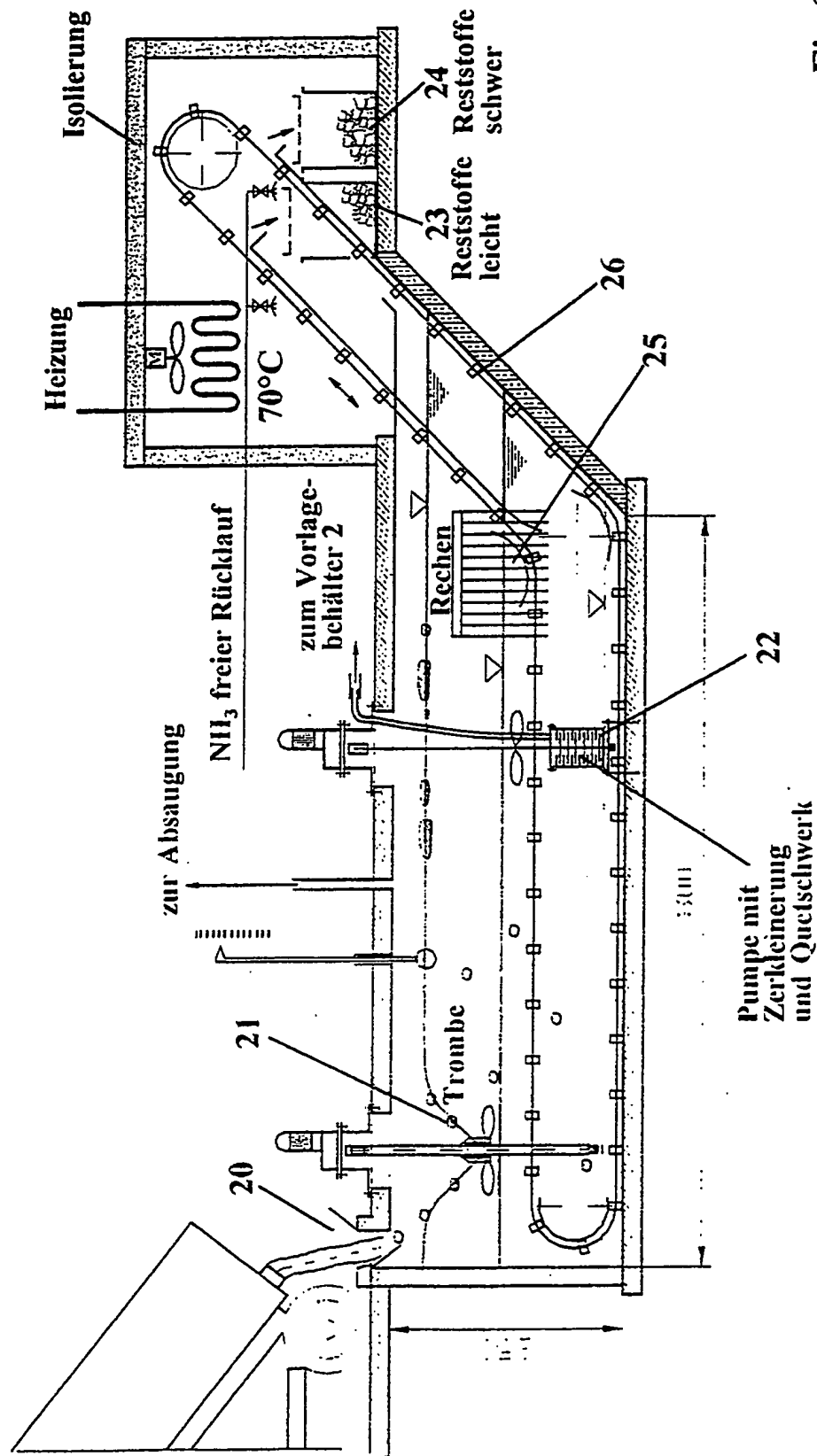


Fig.3